

---

RKTL:n työraportteja 11/2014

# Pieliselle suunnitellun säännöstelyn vaikutus harjukseen

Tapio Sutela ja Teppo Linjama

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki  
2014

---



Julkaisija:  
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Helsinki 2014

ISBN 978-952-303-117-3 (Verkkojulkaisu)

ISSN 1799-4756 (Verkkojulkaisu)

RKTL 2014

# Kuvailulehti

<b>Tekijät</b> Tapio Sutela ja Teppo Linjama			
<b>Nimeke</b> Pieliselle suunnitellun säännöstelyn vaikutus harjukseen			
<b>Vuosi</b> 2014	<b>Sivumäärä</b> 14	<b>ISBN</b> 978-952-303-117-3	<b>ISSN</b> ISSN 1799-4756 (PDF)
<b>Yksikkö/tutkimusohjelma</b> Tutkimus- ja asiantuntijapalvelut			
<b>Hyväksynyt</b> Nina Peuhkuri			
<b>Tiivistelmä</b> Tässä raportissa arvioidaan Pieliselle suunnitellun säännöstelyn vaikutuksia järvikutuiseen harjukseen. Vertailtavana on neljä vaihtoehtoista juoksutusmallia ja niiden vaikutukset vedenkorkeuksiin, harjuksen mädin säilyvyyteen, poikasvaiheeseen, pohjaeläinravintoon ja harjuskantaan. Harjus elää yleensä rannan tai karikon tuntumassa, joten säännöstelyn aiheuttama, rantavyöhykkeeseen keskittyvä pohjaeläimistön väheneminen heikentää voimakkaasti sen ravintotilannetta. Pieliselle suunniteltujen juoksutusvaihtoehtojen vaikutukset vedenkorkeuksiin ovat kuitenkin kohtalaisen pieniä. Osa malleista vähentää vedenkorkeuden alenemaa talvella, jolloin järvikutuinen harjus saattaa jopa lievästi hyötyä säännöstelystä.			
<b>Asiasanat</b> Harjus, säännöstely, Pielinen			
<b>Julkaisun verkko-osoite</b> <a href="http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/pielisen_harjus.pdf">http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/pielisen_harjus.pdf</a>			
<b>Yhteydenotot</b> Tapio Sutela, tapio.sutela@rktl.fi			
<b>Muita tietoja</b>			

# Sisällys

<b>Kuvailulehti</b>	<b>3</b>
<b>1. Tausta</b>	<b>5</b>
<b>2. Järvikutuisen harjuksen ekologiaa</b>	<b>5</b>
<b>3. Pielisen harjuskanta</b>	<b>5</b>
3.1. Istutukset	6
<b>4. Säännöstelyn vaikutus Pielisen harjukseen</b>	<b>6</b>
4.1. Juoksutusmallit ja vedenkorkeuden vaihtelu	6
4.2. Mädin säilyminen	8
4.3. Poikasvaihe	9
4.4. Pohjaeläinravinto	9
4.5. Vaikutus harjuskantaan	10
<b>5. Muita Pielisen harjuskantaan vaikuttavia tekijöitä</b>	<b>11</b>
<b>6. Kiitokset</b>	<b>11</b>
<b>7. Kirjallisuus</b>	<b>12</b>
<b>Liite 1. Mittareiden selitykset ja laskentakaavat</b>	<b>14</b>

## 1. Tausta

Pielisen juoksutuksen kehittämishanke alkoi vuoden 2006 alussa. Aloite selvitysten käynnistämiseksi tuli alueen kunnilta ja hankkeen päätavoitteena on ollut erityisesti kaikkein alimpien kesä- ja syysaikaisten vedenkorkeuksien nostomahdollisuuksien selvittäminen. Kuivina kesinä Pielisen vedenkorkeuden on koettu laskevan kohtuuttoman alas. Juoksutuksen kehittämisen neuvotteluryhmä on koontunut Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen (vuodesta 2010 Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen) johdolla keskustelemaan kehittämistyön etenemisen linjauksista vuosina 2005–2013 viisitoista kertaa ([http://www.ymparisto.fi/fiFI/Vesi\\_ja\\_meri/Vesien\\_kaytto/Saannostely/Juoksutukset\\_erityis-tilanteissa/Pielisen\\_juoksutuksen\\_kehittamishanke\(26217\)](http://www.ymparisto.fi/fiFI/Vesi_ja_meri/Vesien_kaytto/Saannostely/Juoksutukset_erityis-tilanteissa/Pielisen_juoksutuksen_kehittamishanke(26217))). Osana kehittämishanketta Pohjois-Karjalan ELY-keskus tilasi Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselta tämän selvityksen suunniteltujen juoksutusvaihtoehtojen vaikutuksista Pielisen järvikutuihin harjukseen.

## 2. Järvikutuisen harjuksen ekologiaa

Harjus suosii kirkkaita, vähäravinteisia ja runsashappisia vesiä, joiden pohja on puhdasta hiekkaa, soraa tai kiveä (Seppovaara 1982). Harjus on leimallisesti virtavesien kala, mutta se elää ja lisääntyy myös muutamissa järvissämme. Pielisen lisäksi harjus on kelpuuttanut elinalueekseen esimerkiksi Iso-Saimaan, Höytiäisen ja Inarijärven. Suurten selkäviesien karikot ja saarten kivikkoiset rantavedet ovat tyypillisiä harjuksen lisääntymis- ja elinalueita (Lehtonen 2003).

Harjukset kutevat muista lohien heimoon kuuluvista kaloistamme poiketen keväällä, meillä yleensä touko-kesäkuussa pian jäidenlähdön jälkeen veden lämpötilan ollessa 4–8 °C (Sundell 1992, Lehtonen 2003). Kutu tapahtuu aallokon puhtaana pitämille sora- tai kivipohjille tavallisesti 0,5–1 m syvyydessä vedessä (Seppovaara 1982, Lehtonen 2003). Poikaset kuoriutuvat 3–4 viikon kuluttua kudusta noin 12 mm pituisina. Poikaset nousevat suojaa antavan kutusoraikon sisältä avoveteen vasta noin viikon ikäisinä ruskuaispussin ravinnon käydessä vähiin (Penaz 1975, Sundell 1992).

Ruskuaisravinnon loppuessa pituudeltaan noin 15–16 mm mittaiset poikaset siirtyvät pohjan tuntumasta lähelle pintaa matalille ranta-alueille syömään eläinplanktonia noin kolmeksi viikoksi. Varsinkin vesikirput ja hankajalkaisten naupliustoukat ovat suosittua ensiravintoa (Jääskeläinen 1940). Tämän jälkeen poikaset siirtyvät 25–30 mm pituisina takaisin pohjan tuntumaan siirtyen samalla pääosin pohjaeläinravintoon (Sundell 1986, 1992). Noin 35 mm pituisina poikaset uskaltautuvat syvempiin vesiin, samoihin elinympäristöihin aikuisten harjusten kanssa (Lehtonen 2003). Poikasvaiheen ohittaneen järviharjuksen pääravintoa ovat pohjaeläimet, joskin pinnasta otettu hyönteisravinto, kalan mäti tai kalaravinto saattaa täydentää ruokavaliota (Seppovaara 1982, Lehtonen 2003).

## 3. Pielisen harjuskanta

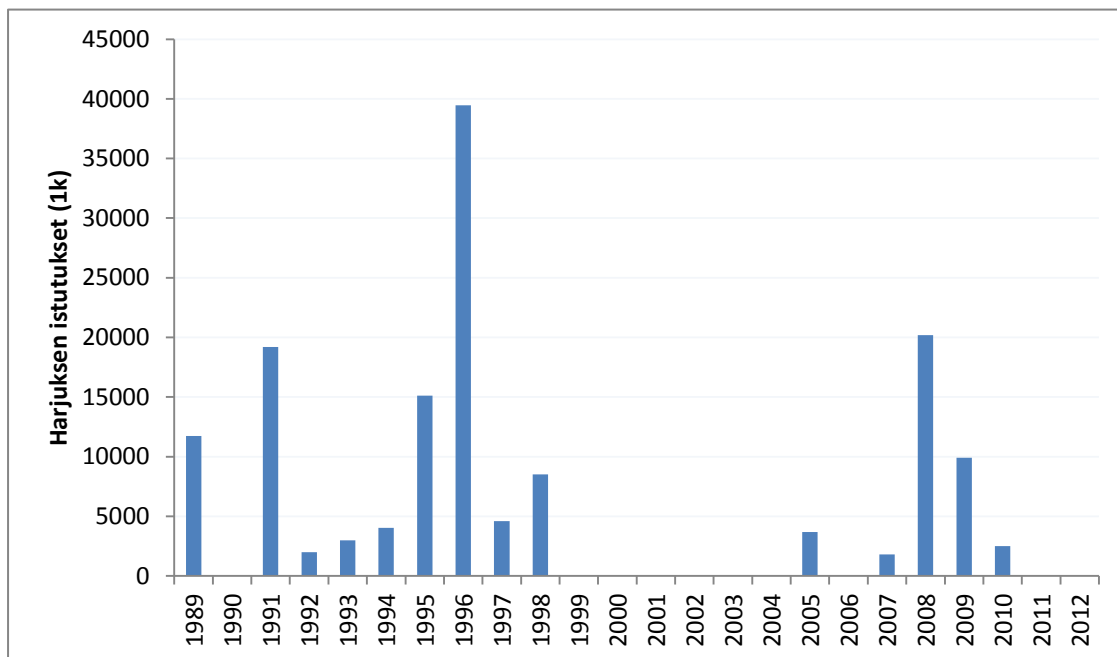
Pielisen alkuperäistä järvikutuista harjusta tavattiin järven eri osissa yleisesti 1950-luvulla. Vielä 1970-luvulla harjus oli tavallinen saaliskala lähes koko Pielisen alueella. 1980-luvulle tultaessa kannat kuitenkin taantuivat niin, että 1980-luvun lopulla harjusta ei enää juurikaan tavattu järven pohjoisosissa. Kanta oli vielä paikoin kohtalainen järven keski- ja eteläosassa. 1990-luvun lopulla istutuksin tuettu kanta oli runsain järven eteläisessä osassa. Jonkin verran harjusta tavattiin vielä myös järven keski-osien saaristoalueella (Turunen & Halonen 1999). Missään Pielisen osassa kantaa ei pidetty enää

hyvänä. Syytä harjuskannan taantumiseen ei tiedetä. Uusien verkkomateriaalien ja nopean venekaluston on epäilty lisänneen harjukseen kohdistuvaa pyyntipainetta (Turunen & Halonen 1999, Sundell ym. 2012).

### 3.1. Istutukset

Pielisen harjus otettiin RKTL:n Enonkosken laitoksella viljelyyn vuonna 1987. Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen istutusrekisterin mukaan Pieliseen on istutettu enimmillään vuonna 1996 noin 40 000 1-kesäistä harjusta (Kuva 1). Istukkaista noin 70 % on ollut Puruveden kantaa ja loput Pielisen omaa kantaa. Vuodesta 2001 alkaen Pielisellä on käytetty vain oman kannan istukkaita. Pielisen kannan viljely kuitenkin lopetettiin vuonna 2010 (Sundell ym. 2012).

Paikallisena kalana harjus on ollut kalastuskunnille mielekäs istutuslaji. Harjussaalis on lisääntynyt erityisesti sellaisten kalastuskuntien alueella, jotka ovat tehneet istutuksia ja joiden vesialueella myös harjuksen kalastus on todennäköisesti keskimääräistä aktiivisempaa (Sundell 2000).



**Kuva 1.** Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen istutusrekisterin mukaiset yksikesäisen harjuksen (1k) istutukset Pieliseen. Lisäksi Pieliseen on istutettu vastakuoriutuneita harjuksen poikasia 1000 kappaletta vuonna 1999 ja 60 000 kappaletta 2007.

## 4. Säännöstelyn vaikutus Pielisen harjukseen

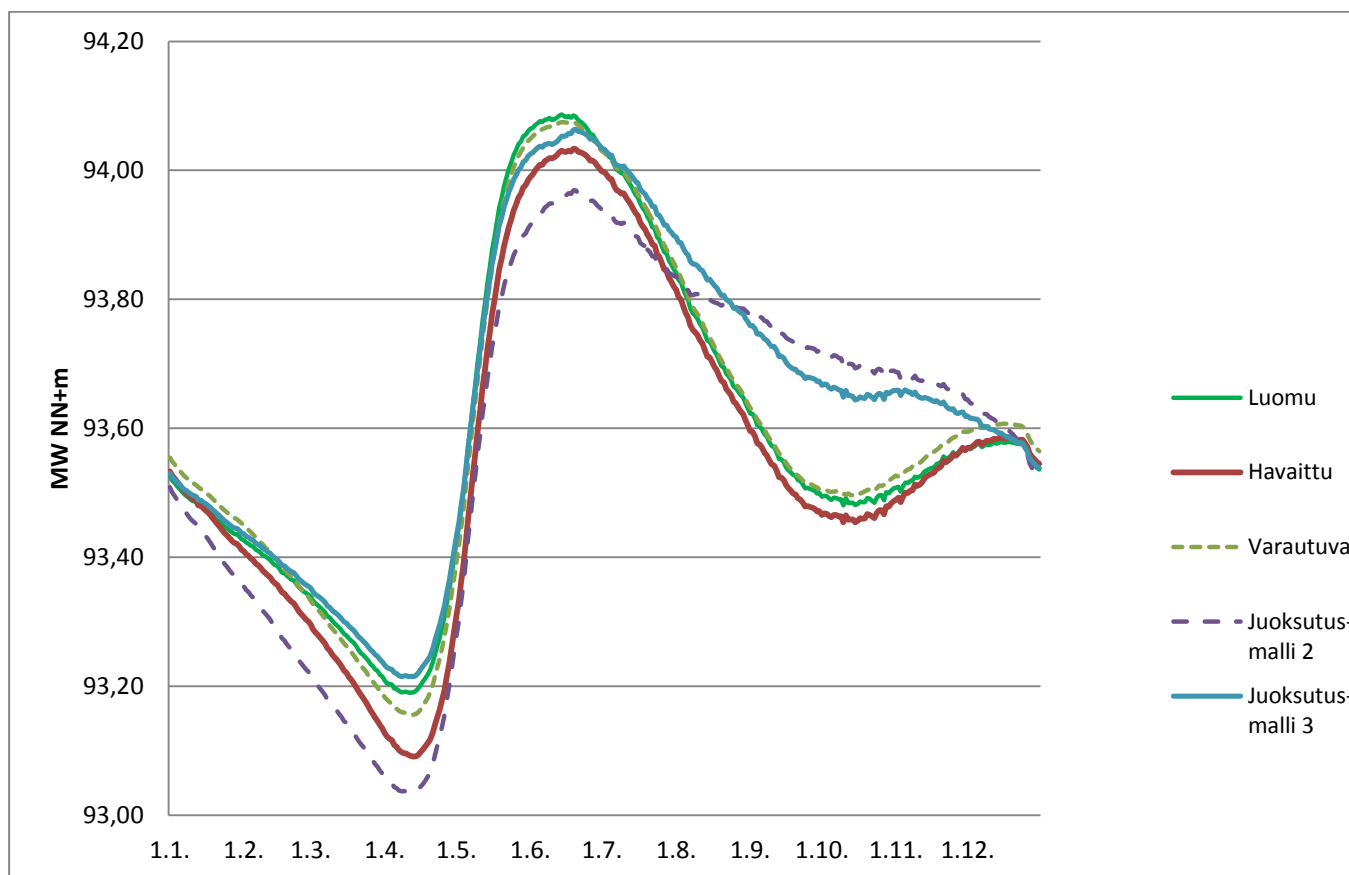
### 4.1. Juoksutusmallit ja vedenkorkeuden vaihtelu

Pielisen säännöstelemiseksi on viime vuosina kaavailtu useita vaihtoehtoisia juoksutusmalleja (Nurmi & Marttunen 2012), joilla on oma vaikutuksensa järven vedenkorkeuden vaihteluun (ks. kuva 2). Voimassa oleva juoksutusohje (Havaittu) pohjautuu luonnonmukaiseen tilanteeseen. Kuitenkin Koitereen ja Lieksanjoen säännöstelyt vaikuttavat myös Pielisen vedenkorkeuksiin niin, ettei niitä voi pitää täysin luonnonmukaisina. Pielisen vedenkorkeuden vaihtelu on useimpiin muihin luonnontilaisiin

järviin verrattuna voimakasta ja muistuttaa monen lievästi säännöstellyn järven vedenkorkeuden vaihtelurytmiä (Verta ym. 2006).

Seuraavassa on esitetty lyhyet kuvaukset juoksutusmalleista. Tarkemmat kuvaukset juoksutusmalleista löytyvät esimerkiksi julkaisusta: Oy Vesirakentaja & Pohjois-Karjalan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (2010).

- Havaittu: Voimassa oleva Pielisen juoksutusohje sisältyy Itä-Suomen vesioikeuden päätöksiin 28.6.1979 nro 57/Va/79 ja 31.3.1988 nro 3/Ym II/88. Juoksutussäännön mukainen, Pielisen luonnontilaa vastaava juoksutus Kaltimon voimalaitoksella määräytyy Pielisjoelle laaditusta purkautumistaulukosta. Voimalaitoksen hetkellinen juoksutus saa poiketa purkautumistaulukon mukaisesta vuorokauden keskivirtaamasta enintään 5–10 m<sup>3</sup>/s.
- Luomu: Havaituista vedenkorkeuksista on poistettu toteutuneiden poikkeusjuoksutusten vaikutus.
- Varautuva juoksutus: Vaihtoehto pohjautuu perusperiaatteeltaan Saimaan juoksutuksessa käytössä olevaan ohjeeseen. Järven luonnonmukaisen päivittäisen keskivedenkorkeuden (vertailujakso 1970–2000) ylä- ja alapuolelle on määritelty vyöhykkeet, joiden mukaan Kaltimon voimalaitoksen juoksutus määräytyy.
- Juoksutusmalli 2: Vuonna 2008 kehitetty uusi juoksutusohje, juoksutusmalli 2, perustuu osittain vuonna 1974 laadittuun juoksutusohjeeseen kuitenkin niin, että kesäajan tavoitevedenkorkeuksia ja kevään alimpia vedenkorkeuksia nostettiin tuolloin esitystä ohjeesta. Juoksutusmalli 2 turvaa varautuvaa juoksutusmallia paremmin virkistyskäyttökauden riittävän korkeat vedenkorkeudet. Pää tavoitteena on kesän ja alkusyksyn vedenkorkeuksien pitäminen virkistyskäytön kannalta hyvällä tasolla NN+93,70 m...+94,05 m. Keskivedenkorkeuden sallittiin muuttua korkeintaan 0,05 m. Myös Kaltimon voimalaitoksen suurentunut koneistovirtaama otettiin huomioon. Minimijuoksutukseksi määriteltiin 90 m<sup>3</sup>/s, mikä suuruudeltaan vastaa nykyistä alivirtaamaa.
- Juoksutusmalli 3 perustuu Pielisen vedenkorkeuden ohjausputkeen, joka on määritelty ohjausputken ylä- ja alarajoilla. Pääsääntöisesti, kun vedenkorkeus on ohjausputken sisäpuolella, Pielistä juoksutetaan ns. luonnonmukaisen purkautumiskäyrän mukaisesti. Vedenkorkeuden uhatessa mennä ohjausputken ulkopuolelle, juoksutusta vastaavasti joko lisätään tai vähennetään. Laskentamalli ”tietää” ennakoita Pielisen vedenkorkeuden; ennustejaksoa voidaan muuttaa yhden ja 28 päivän välillä. Laskennoissa on yleisesti käytetty 14 päivän ennusteväliä. Toisin sanoen malli ”tietää” ennakoita, mikä on Pielisen vedenkorkeus 14 päivän kuluttua. Mallin käyttämää juoksutusjaksoa voidaan säätää 1-14 vuorokauden välillä. Samoin mallin käyttämä juoksutuspäätösjakso (kuinka usein tehdään juoksutuspäätöksiä seuraavalle juoksutusjaksolle) voidaan säätää 1-14 vuorokauden pituiseksi. Juoksutusmallilla 3 oli kaksi erilaista alavaihtoehtoa (Pielispainotteinen VO1 ja Saimaapainotteinen VO2), jotka kuitenkin kuvassa 2 esitetyn keskivedenkorkeuden ja ekologisten vaikutusten osalta poikkesivat niin vähän toisistaan, että päätettiin ottaa tarkasteluun vain VO1.



**Kuva 2.** Pielisen laskennallinen keskivedenkorkeus 1962-2006 viidellä juoksutusmallilla (Pohjois-Karjalan ELY-keskus, kuvaukset tekstiosassa).

## 4.2. Mädin säilyminen

Pielisen harjus kutee toukokuun loppupuolella – kesäkuun alussa ilmeisesti noin 0,5-1 m syvyiseen veteen kivikko- tai sorapohjille (Turunen 1960, Pielisen harjuksen emokalapyyntiraportit vuosilta 1989-1991). Mädin hankintaa varten tehdyssä emokalapyynnissä on saatu harjuksia matalimmillaan alle 20 cm syvyydestä vedestä (Karjalainen ym. 1998). Vaaraa vedenkorkeuden voimakkaaseen laskuun mädin hautoutumisaikana ja sitä kautta mädin jäämiseen kuiville ei normaalivuosina ole (vrt. kuva 2). Sundellin (2012) mukaan on kuitenkin mahdollista, että joinakin vuosina osa harjuksen mädistä jää liian syvälle, jolloin pohjan liettyneisyys heikentää kuoriutumistulosta. Mädin hautoutuminen kestää noin 3-4 viikkoa (Lehtonen 2003) ja se ajoittuu toukokuun loppupuolelle – kesäkuun alkupuolelle, jolloin valtaosa vedenkorkeuden noususta on kaikissa juoksutusvaihtoehdoissa jo takana-päin (Kuva 2). Näin ollen Pielisen harjuksen mädin joutuminen liian syvälle ei liene tavallinen ongelma minkään juoksutusvaihtoehdon yhteydessä. Normaalina aikaisemman kudun ja myöhäisen vedenkorkeuden nousun yhdistelmä saattaa kuitenkin aiheuttaa mädin jäämisen kohtalaisen syvälle ja tätä kautta alttiiksi liettymiselle. Verrattuna syyskutuisiin kaloihin (siika, muikku) ja aikaisin keväällä matalaan rantakasvillisuuteen kuteviin kalalajeihin (hauki) harjuksen kudun ajoittuminen ja habitaatti eivät ole erityisen herkkiä säännöstelyn aiheuttamalle mädin kuolleisuuden lisääntymiselle.

Jos säännöstely lisää vedenkorkeuden vaihtelua kevään – alkukesän aikana, saattaa siitä aiheutua lisääntynyttä rantavyöhykkeen eroosiota (Kaijomaa 1982). Eroosion vaikutuksesta kiinto-ainekuormitus harjuksen kutupohjille saattaa lisääntyä aiheuttaen hapen puutetta ja lisääntynyttä



kuolleisuutta soraikon sisällä hautoutuville mätimunille. Keskimääräisen vedenkorkeuden (Kuva 2) nousu kevättalven minimistä tulvahuippuun on suurin (94 cm) vaihtoehdossa Havaittu ja pienin (85 cm) juoksutusvaihtoehdossa 3. Tästä näkökulmasta juoksutusvaihtoehto 3 on harjuksen kannalta paras, joskin erot eri vaihtoehtojen välillä ovat pienet.

### 4.3. Poikasvaihe

Säännöstely saattaa heikentää myös rannan tuntumassa eläinplanktonia ensiravintonaan syövien harjuksen poikasten ravintotilannetta. Säännöstelyn on todettu Ontojärvellä vähentävän varsinkin rantavyöhykkeen vesikirppujen määriä alkukesällä (Huusko ym. 1988, Sutela & Huusko 1995). Järven pohjalla talvehtivia vesikirppujen lepomunia kuolee vedenkorkeuden laskiessa ja pohjan jäätyessä. Jos rantakasvillisuuden sekaan ylettyvä kevättulva puuttuu, planktonilta jää ravinnelisiä saamatta. Koska Pielisen kaikissa juoksutusvaihtoehdoissa talvialenema on verrattain pieni, ja järvellä toteutuu lähestulkoon normaali kevättulva, voimakkaat vaikutukset rantavyöhykkeen eläinplanktoniin ja sitä kautta harjuksen ensiravinnon määrään eivät ole todennäköisiä. Juoksutusvaihtoehdoista kaikki muut paitsi juoksutusvaihtoehto 2 ovat tässä suhteessa hieman parempia kuin nykyinen käytäntö (Kuva 2).

Muikun ja siian vastakuoriutuneisiin poikasiin kohdistuu järvien rantavyöhykkeessä voimakas ahvenen, mudun ja monen muunkin kalalajin saalistus (Huusko ym. 1996, Huusko & Sutela 1997). On hyvin todennäköistä, että vähän siikakalojen poikasten jälkeen rantavesiin ilmaantuvat vastakuoriutuneet harjuksen poikaset ovat yhtälailla saalistuksen kohteena. Säännöstelyvaihtoehdoista mikään ei aiheuttane merkittäviä vaikutuksia potentiaalisten petojen, kuten ahvenen ja mudun kantojen kokoon.

### 4.4. Pohjaeläinravinto

Harjuksen pääravintoa ovat ensimmäisten elinviikkojen jälkeen yleensä pohjaeläimet. Täydentävinä ravintokohteina voi olla esimerkiksi aikuisia hyönteisiä vedenpinnasta, isokokoisia eläinplanktereita, kalan mätiä ja joskus myös pienikokoisia kaloja (Seppovaara 1982, Sundell ym. 2001, Lehtonen 2003).

Järvien vedenkorkeuden säännöstely vaikuttaa yleensä haitallisesti useisiin isokokoisiin ja siten kaloille ravintoeläiminä arvokkaisiin pohjaeläinlajeihin. Luonnontilaisessa järvessä pohjaeläimistön biomassa ja tuotanto pinta-alayksikköä kohti ovat selvästi suurempia matalassa rannan läheisessä vyöhykkeessä kuin syvänteissä (esim. Granberg & Hakkari 1980). Tämän vuoksi säännöstelyn vaikutus koko järven pohjaeläimistön tuotantoon on suuri. Säännöstelyvyöhykkeen alapuolella saattaa olla normaalia suurempi pohjaeläinbiomassa (Granberg & Hakkari 1980), mutta kyseisen vyöhykkeen pinta-ala on yleensä pienempi kuin säännöstelyvyöhykkeen. Oulun läänin Pyhäjärvellä pohjan jäätyminen vähensi pohjaeläinbiomassaa säännöstelyvyöhykkeellä noin 70 %, mutta syvemmällä oli vastaavasti normaalia suurempi pohjaeläinten tiheys ja biomassa (Palomäki & Koskeniemi 1993, Palomäki 1996). Osassa tutkimuksista säännöstelyn on raportoitu vähentävän pohjaeläimistön määrää myös säännöstelyvyöhykkeen alapuolella (Grimås 1962).

Harjus elää yleensä rannan tai karikon tuntumassa, joten säännöstelyn aiheuttama, rantavyöhykkeeseen keskittyvä pohjaeläimistön väheneminen heikentää voimakkaasti sen ravintotilannetta (Toivonen 1966). Vertailun vuoksi esimerkiksi siika käyttää laajemmin koko järven, siis myös syvien

vesialueiden pohjaeläimistöä ravinnokseen, joten se ei ole yhtä herkkä säännöstelyn aiheuttamalle pohjaeläinravinnon vähenemiselle.

Pielisen mittaritarkastelun tulokset (taulukko 1) osoittavat, että juoksutusvaihtoehto 3 on rantavyöhykkeen eliöstölle ja kaloille jopa parempi kuin viime vuosikymmeninä vallinnut (Havaittu) vedenkorkeuden vaihtelu. Pohjaeläinravinnon saatavuuden kannalta luomuvaihtoehto ja juoksutusvaihtoehto 3 kilpailevat tasaväkisesti harjukselle parhaan vaihtoehdon tittelistä.

**Taulukko 1.** Taulukko 1. Pielisen juoksutusvaihtoehtojen harjukselle merkityksellisten mittarien tarkastelu. Mittarien laskentakaavat ja selitykset on esitetty liitteessä 1. (Juoks2 = juoksutusvaihtoehto 2, Juoks3 = juoksutusvaihtoehto 3). Harjuksen kannalta parhaimmat arvot on merkitty vahvennetulla fontilla.

	Luomu	Havaittu	Juoks3	Varautuva	Juoks2
Vedenkorkeuden alenema talvella (m)	<b>0,44</b>	0,54	0,46	0,46	0,67
Jäänpainama vyöhyke (m)	<b>1,30</b>	1,36	<b>1,30</b>	1,34	1,39
Häiriölle alttiin vyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)	53	54	<b>46</b>	50	49

#### 4.5. Vaikutus harjuskantaan

Inarijärvellä harjuksen saalis väheni säännöstelyn aloittamisen jälkeen tasosta 13,2 t noin 3,3 tonniin (Toivonen 1966 ja 1972). Ensisijaiseksi syyksi vaikutusmekanismiksi esitettiin ranta-alueen pohjaeläimistön vähenemistä, mutta myös rantavyöhykkeen eroosiolla ja pohjakasvillisuuden vähenemisellä arveltiin olevan vaikutusta (Toivonen 1972). Toisaalta kalojen lisääntynyt loisinta saattoi vaikuttaa kalastajien kiinnostukseen suuntautua harjuksen pyyntiin (Toivonen 1966). Säännöstelyn Inarijärven vedenkorkeuden talviaikainen alenema on 1,21 m (Keto ym. 2008). Inarijärven säännöstelyä aloitettaessa avovesikauden aikaista vedenkorkeutta nostettiin luonnontilaista korkeammalle. Näin ollen Inarijärven säännöstelyn vaikutuksesta harjuskantaan ei voida tehdä suoria johtopäätöksiä Pielisen tapaukseen.

Eri juoksutusvaihtoehtojen vaikutukset Pielisen harjuskantaan lienevät vähäisiä, mutta silti mahdollisia. Olosuhteet harjukselle saattavat muuttua nykyistä hieman paremmaksi, varsinkin jos käytetään esimerkiksi juoksutusmalli kolmosta. Järvien säännöstelyllä tavoitellaan yleensä ensisijaisesti sähköntuotannon ja säätövoiman maksimoimista talvikautena, mikä aiheuttaa tarpeen juoksuttaa runsaasti vettä talvella. Tällöin myös säännöstellyn järven vedenkorkeus laskee talven aikana. Pielisen tapauksessa keskeisin lähtökohta suunnitellulle säännöstelylle ei liity sähköntuotantoon, vaan kuivien kesien alimpien vedenkorkeuksien nostamiseen, jolloin mahdollisuudet päästä hyvään lopputulokseen kalojen ja muunkin eliöstön suhteen ovat tavanomaista paremmat.

Sundellin ym. (2012) arvion mukaan veden korkeuden vaihteluilla ei Pielisessä ole merkitystä harjuskantoja säätelevänä tekijänä.

## 5. Muita Pielisen harjuskantaan vaikuttavia tekijöitä

Pielisen harjuskantaan ja vuosiluokkien voimakkuuteen vaikuttavat tekijät tunnetaan huonosti. Kalastuksella lienee suuri merkitys paikalliseksi tunnetun harjuksen kannan koolle ja ikärakenteelle. Istutuksilla on pystytty kohentamaan ainakin joidenkin Pielisen osa-alueiden harjuskantoja (Sundell 2000). Kevään ja alkukesän sääolosuhteilla saattaa olla vaikutusta syntyvän vuosiluokan voimakkuuteen vastakuoriutuneiden poikasten kuolleisuuden kautta.

Rehevöitymisen vaikutus Pielisen harjuskantojen tilaan on Sundellin ym. (2012) arvion mukaan jäänyt vähäiseksi, sillä kuormituksen vaikutukset ovat rajoittuneet lähinnä parin suurimman taajaman lähivesille, kun taas harjuksen merkittävimmät elinalueet ovat järven karuilla selkääalueilla. Järvessä tai meressä kuteva harjus on kuitenkin ilmeisen herkkä rehevöitymisen vaikutuksille, joten nykyistä vähänkin voimakkaampi rehevöityminen saattaa uhata Pielisen harjuksen lisääntymisen onnistumista. Joessa virtaava vesi pitää harjuksen kutupohjaa puhtaana ja huuhtelee harjuksen mätimunia tehokkaammin varmistaen riittävän hapensaannin kehittyville alkioille. Järven tai meren kutupohjilla virtaukset ovat jokiympäristöä heikommät. Seppovaaran (1976) mukaan jo pohjan epätavallinen liimoittuminen karkottaa harjuksen ja vaikeuttaa sen lisääntymistä. Rannikkoalueellamme tapahtuneen meriharjuksen vähenemisen syyksi on arveltu rehevöitymistä ([www.rktl.fi](http://www.rktl.fi)).

Ilmastonmuutoksen mukana tuleva järvien keskilämpötilan nousu on oletettavasti haitallinen viileää vettä suosivalle harjukselle. On myös arvioitu, että jäät saattavat keväällä muokata ja puhdistaa harjukselle sopivia kutupaikkoja. Jos jääpeite ei kasva tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen myötä yhtä paksuksi kuin nykyään, saattaa tämä ilmiö heikentyä (Sundell 2008). Toisaalta ohuempi jää merkitsee myös pienempää jäänpainaman vyöhykkeen laajuutta, mikä helpottaa rantavyöhykkeen pohjajeläinten selviytymistä talven yli. Ilmastonmuutos todennäköisesti laskee Vuoksen vesistön järvien vedenkorkeuksia keväällä ja alkukesällä, mutta nostaa niitä myöhäissyksyllä ja talvella (Veijalainen ym. 2010). Toteutuessaan tämä vedenkorkeusrytmiikan muutos ei aiheuttane negatiivisia vaikutuksia harjuksen elinolosuhteisiin.

## 6. Kiitokset

Timo Turunen Pohjois-Karjalan ELY-keskuksesta ja Teppo Vehanen Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselta auttoivat taustatietojen keruussa ja antoivat rakentavia kommentteja käsikirjoitukseen.

## 7. Kirjallisuus

- Granberg, K. & Hakkari, L. 1980, Säännöstelyn vaikutuksista eräiden Kainuun järvien limnologiaan. Vesihallitus. Tiedotus 187. 95 s.
- Grimås, U. 1962. The effect of increased water level fluctuation on upon the bottom fauna in Lake Blåsjön, northern Sweden. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 44: 14-41.
- Huusko, A., Sutela, T., Karjalainen, J., Auvinen, H., & Alasaarela, E. 1988. Feeding of vendace (*Coregonus albula* L.) fry in a natural-state lake and a regulated lake in Northern Finland. *Finnish Fish. Res.* 9: 447-456.
- Huusko, A., Vuorimies, O. & Sutela, T. 1996. Temperature- and light-mediated predation by perch on vendace larvae. *J. Fish Biol.* 49: 441-457.
- Huusko, A. & Sutela, T. 1997. Minnow predation on vendace larvae: intersection of alternative prey phenologies and size-based vulnerability. *J. Fish Biol.* 50: 965-977.
- Jääskeläinen, V. 1940. Eräitten kalojen poikasten nuoruusasteista. Suomen Kalastuslehti 47: 87-89.
- Kaijomaa, V.-M. 1982. Pielisen säännöstelyn kalataloudellisista vaikutuksista. Moniste. 4 s.
- Karjalainen, J., Korhonen, T., Hartikainen, T. & Muikku, T. 1998. Harjuksen mädinhankintapyynti Pielisen suurselältä 21.5.-4.6. 1998. Pohjois-Karjalan kalatalousseuran julkaisuja N:O 20/1998. 15 s.
- Keto, A., Sutela, T., Aroviita, J., Tarvainen, A., Hämäläinen, H., Hellsten, S., Vehanen, T. & Marttunen M. 2008. Säännösteltyjen järvien ekologisen tilan arviointi. Suomen ympäristö 41.
- Lehtonen, H. 2003. Iso kalakirja. 280 s. WSOY, Helsinki.
- Marttunen, M., Hellsten, S., Kerätär, K., Tarvainen, A., Visuri, M., Ahola, M., Huttunen, M., Suomalainen, M., Ulvi, T., Vehviläinen, B., Vääntänen, A., Päiväniemi, J. & Kurkela, R. 2004. Kemijärven säännöstelyn kehittäminen - yhteenveto ja suositukset. Suomen ympäristö 718.
- Nurmi, T. & Marttunen, M. 2012. Pielisen juoksutusvaihtoehtojen kokonaisvaltainen arviointi – Monitavoitearviointiin perustuvien haastattelujen tulokset. SYKE. 13.4. 2012. Raportti. 29 s.
- Oy Vesirakentaja & Pohjois-Karjalan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2010. Pielisen juoksutuksen kehittäminen. Yhteenveto vuosina 2007-2010 tehdyistä selvityksistä. 20.12. 2010. 37 s. Moniste.
- Palomäki, R. 1996. Biomass and diversity of macrozoobenthos in the lake littoral in relation to environmental characteristics. Biological Research Reports from the University of Jyväskylä 52. Väitöskirja. 27 s.
- Palomäki, R. & Koskeniemi, E. 1993. Effects of bottom freezing on macrozoobenthos in the regulated Lake Pyhäjärvi. Arch. Hydrobiol. 128: 73-90.
- Penaz, M. 1975. Early development of the grayling *Thymallus thymallus*. Acta Sc. Nat. Brno 9(11): 1-35.
- Seppovaara, O. 1976. Ison-Saimaan harjus. Metsästys ja Kalastus 65: 22-35.
- Seppovaara, O. 1982. Harjuksen (*Thymallus thymallus* L.) levinneisyys, biologia, kalastus ja hoitotoimet Suomessa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja No 5. 88 s.
- Sundell, P. 1986. Harjusten poikasten varhaiskehityksestä ja ekologiasta. Jyväskylän yliopisto, biologian laitos. Laudaturseminaari. 19 s.
- Sundell, P. 1992. Harjuksen (*Thymallus thymallus* L.) lisääntymisbiologia Etelä-Saimaalla. Teoksessa: Viljanen, M & Ollikainen, S. (toim.), Saimaa-seminaari 1992. Tutkimus Saimaalla. s. 297-305.
- Sundell, P. 2000. Kalastuskuntien käsitykset harjuksista ja harjuskannan tilasta Pielisellä. Jyväskylän yliopisto. Ympäristöntutkimuskeskus. Raportti 18/2000. 8 s.
- Sundell, P., Niemi, A., Veijola, H. 2001. Etelä-Saimaan harjus. Yhteenveto tutkimuksista vuosilta 1985-99. Ympäristöntutkimuskeskuksen tiedonantoja no. 153. 47 s.
- Sundell, P. 2008. Etelä-Saimaan harjuskannan tila ja tulevaisuus. Jyväskylän yliopisto. Ympäristöntutkimuskeskus. Raportti 150/2008. 25 s.
- Sundell, P., Hyttinen, L., Makkonen, J., Peuhkuri, N., Piironen, J., Poikola, K., Takkunen, T. & Turunen, T. 2012. Vuoksen vesistöalueen harjuskantojen toimenpideohjelma - Versio 20.12.2012/PS. Käsikirjoitus.
- Sutela, T. & Huusko, A. 1995. Impacts of water level regulation on the early life of vendace (*Coregonus albula* L.). Arch. Hydrobiol. Spec. Issues. Advanc. Limnol. 46: 465-47.
- Toivonen, J. 1966. Lausunto vedensäännöstelyn vaikutuksesta Inarinjärven kalakantoihin ja kalastukseen. 72 s.
- Toivonen, J. 1972. Vedensäännöstelyn vaikutus Inarinjärven kalakantoihin ja kalastukseen. Täydentävä lausunto. 28 s.
- Turunen, A.H. 1960. Harjuksen kutu. Teoksessa: Korven metso ja kutusiika. s. 7-26.
- Turunen, T. & Halonen, J. 1999. Pielisen järviharjuskannan tila v. 1998. Pohjois-Karjalan TE-keskus, kalatalousyksikkö. Joensuu 1999. 9 s.

- Veijalainen, N., Dubrovin, T., Marttunen, M. & Vehviläinen, B. 2010. Climate change impacts on water resources and lake regulation in the Vuoksi watershed in Finland. *Water Resour. Manage.* 24: 3437-3459.
- Verta, O.-M., Nykänen, J., Höytämö, J. & Marttunen, M. 2006. Pielisen juoksutusten kehittämismahdollisuudet. Yhteenveto vuonna 2006 tehdyistä selvityksistä. Moniste 80 s. + liitteet.

## Liite 1. Mittareiden selitykset ja laskentakaavat

### 1. Häiriölle alttiin vyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)

Mittarin laskentakaava on  $(HW - NW) / vDr$

Selitys: Vuoden ylimmän ja alimman vedenkorkeuden erotus jaettuna tuottavan vyöhykkeen syvyydellä.

### 2. Jäänpainama vyöhyke (m)

Mittarin laskentakaava on  $(W50_{\text{kasvukausi}} - NW(JP \rightarrow JLP) + 0,9 \cdot \text{jään paksuus})$

Selitys: Kasvukauden keskivedenkorkeudesta vähennetään jääpeitteisen ajan alin vedenkorkeus. Tähän lisätään jään ominaispaino (0,9) kerrottuna jään maksimipaksuudella.

### 3. Vedenkorkeuden alenema talvella (m)

Mittarin laskentakaava on  $(W(JP) - NW(JP \rightarrow JLP))$

Selitys: Jäätymispäivän vedenkorkeuden ja jääpeitteisen ajan alimman vedenkorkeuden välinen erotus.

Edellä mainittuja Suomen ympäristökeskuksessa kehitettyjä mittareita on kuvattu tarkemmin julkaisussa Marttunen ym. (2004).

#### Mittaritarkastelussa käytetyt lyhenteet

HW = Ylin vedenkorkeus

JP = Jäätymispäivä

JLP = Jäidenlähtöpäivä

NW = Alin vedenkorkeus

OWP = avovesikausi

vDr = Tuottavan vyöhykkeen laajuus

W = vedenkorkeus

W50 = Vedenkorkeuden 50 % pysyvyytaso